



## Déformations quaternaires de subsurface. Les apports de la géophysique.

Alain Hollier-Larousse, Marc Cushing, Pierre Benoit, Jean-Marie Grisoni

### ► To cite this version:

Alain Hollier-Larousse, Marc Cushing, Pierre Benoit, Jean-Marie Grisoni. Déformations quaternaires de subsurface. Les apports de la géophysique.. Pangea infos, 1999, 31/32, pp.29-32. insu-00959122

**HAL Id: insu-00959122**

**<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00959122>**

Submitted on 14 Mar 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Déformations quaternaires de subsurface. Les apports de la géophysique

Alain HOLLIER-LAROUSSE <sup>1</sup>, Marc CUSHING <sup>2</sup>, Pierre BENOIT <sup>3</sup>, Jean-Marie GRISONI <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, BP 19, 44340 Bouguenais, France.

<sup>2</sup> Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire, BP 6, 92265 Fontenay-aux-Roses, France.

<sup>3</sup> Laboratoire d'hydrologie, 10170 Méry-sur-Seine, France.

<sup>4</sup> Laboratoire de Géographie physique, URA 141 CNRS, 92190 Meudon, France.

### ABSTRACT

*A surface evidence of rupture inside the upper levels of the Aube river alluvial terrace has been detected. The geophysical context is difficult because the accident is of weak amplitude and located just in the subsurface of heterogeneous alluvial materials. Two electromagnetic methods have been implemented and results are presented hereunder. The radio-magnetotelluric method, in which traditionally the only information analysed is the apparent resistivity, is here fully applied with a study of the spatial variations of the magnetic field. The GPR method provides a more detailed image of the accident, once detected.*

### INTRODUCTION

Peu de travaux de paléosismicité s'appuient sur des prospections géophysiques : ce type d'approche est récent dans le contexte européen.

Quelle que soit l'origine des déformations quaternaires de Longueville-sur-Aube, cet « accident » géologique présente un avantage certain pour tenter une validation méthodologique des techniques électromagnétiques de subsurface, notamment celles mises en œuvre

à la section de géophysique appliquée du LCPC : la radio magnétotellurique (RMT) et le radar géologique.

### CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET GÉOPHYSIQUE

L'accident géologique de Longueville, (fig. 1, marqueur 1) se développe dans un paléochenal de la rivière Aube, creusé dans la craie Santonienne, comblé de graviers et de sables à éléments de calcaires jurassiques. Des niveaux ferrugineux initialement horizontaux (fig.

1, marqueurs 2) sont affectés, traduisant un phénomène tardif dans l'histoire géologique des dépôts.

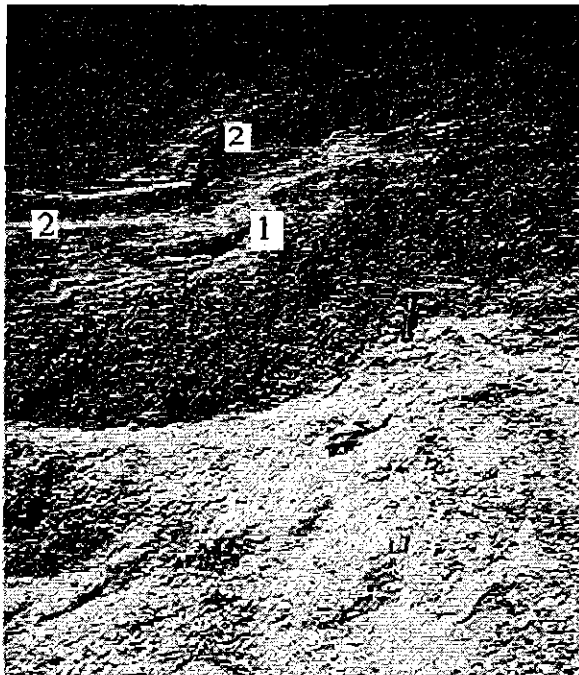


Fig. 1 – Front de taille de la carrière.

Deux questions se sont posées avant les mesures.

La première : RMT et le radar géologique mettent-ils en évidence la partie la plus superficielle de l'accident ? Des sables et graves en mélange hétérogène l'environnent.

Seule l'abondance d'oxydes à son voisinage paraît un élément favorable. La seconde : quelle est la direction de cette structure ?

#### Les méthodes mises en œuvre

Les méthodes électromagnétiques utilisées fonctionnent dans deux domaines de fréquence différents : basses fréquences pour la radio magnétotellurique, hautes fréquences pour le radar géologique.

Connus depuis des années, les principes de ces méthodes ne seront pas repris ici. Une abondante bibliographie les aborde. C'est de 1973 (Guineau, 1973) que date la première publication sur la RMT. Citons aussi : (Guineau & Dupis, 1973), (Carnez, 1976) ... La technique radar a fait l'objet de nombreuses thèses parmi lesquelles (Tillard, 1991; Leparoux, 1997) ...

Les matériels utilisés sont le RMT 1000 et le radar géologique SIR-10 GSSI.

## MESURES ET RÉSULTATS

### Approche traditionnelle

Sur la figure 2a, nous montrons 3 des 9 profils de résistivité apparente RMT.

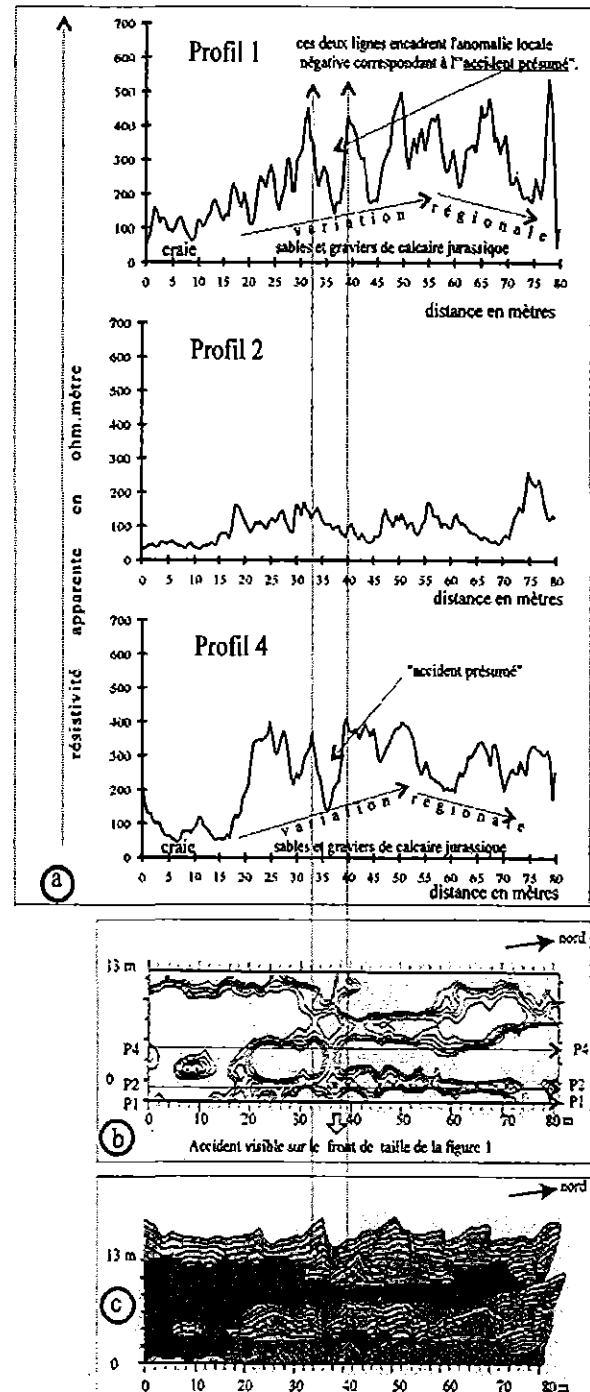


Fig. 2 – Utilisation traditionnelle de la RMT : la résistivité apparente.

Deux types de variations apparaissent (Lagabrielle & Hollier, 1985).

Les variations locales donnent à la courbe son contour denté. Leur origine, locale et superficielle, peut être géologique : c'est le cas de l'anomalie négative nommée « accident présumé » sur les profils 1 et 4, mais aussi anthropique. Le profil 2 dont la résistivité est globalement plus faible traduit une anthropisation importante. Il est situé sur une ancienne limite de parcelle. Le cadastre ancien montre un parcellaire très allongé et très étroit.

La variation régionale, courbe porteuse des variations locales, est d'origine géologique. Par exemple, sur le profil 1, la croissance progressive des résistivités traduit l'enfoncement relatif du toit de la craie (conductrice), sous la grave alluvionnaire (résistance).

Sur la figure 2b –la carte en courbes de niveau– seules les courbes comprises entre 100 et 200  $\Omega.m$  ont été tracées. Cette représentation met en évidence la direction de l'accident visible sur le front de taille de la carrière.

Sur la représentation, en trois dimensions, de la figure 2c, toutes les valeurs de résistivités sont utilisées. Si la trace de l'accident demeure lisible, cette lisibilité n'est pas évidente. Les contrastes de résistivité qu'il induit sont faibles, au regard de ceux générés soit par les anomalies d'origine anthropique (de direction nord-sud), soit par les variations locales dues à l'hétérogénéité du matériau alluvionnaire. Sans front de taille à proximité, aurions-nous été capables d'affirmer la présence de cette structure à cet endroit ? La question cache la réponse, mais nous allons voir comment l'étude du champ magnétique peut nous aider dans notre démarche.

#### Approche récente

En RMT, deux types de variations des champs électrique et magnétique sont à prendre en compte : la variation spatiale et la variation temporelle. La variation spatiale du champ magnétique apporte des informations qui viennent compléter celles obtenues par la résistivité apparente (Hollier-Larousse, 1997) (fig. 3).

Sur les profils 1, 2 et 4, les valeurs du champ magnétique les plus fortes sont obtenues sur la craie, à environ 18 m de l'origine. Jusqu'à 30 m, la baisse continue traduit l'enfoncement de la craie sous les alluvions. Nous remarquons que les valeurs les plus faibles sont obtenues, sans équivoque cette fois, au niveau de l'accident géologique. En pointillé, sur le profil 4, la variation de la résistivité apparente montre la complémentarité des deux approches.

La figure 3b, représentation 3D de la variation du champ H, donne une représentation de la géométrie du

remplissage alluvionnaire.

La figure 3c est une image radar brute, n'ayant pas subi de traitement.

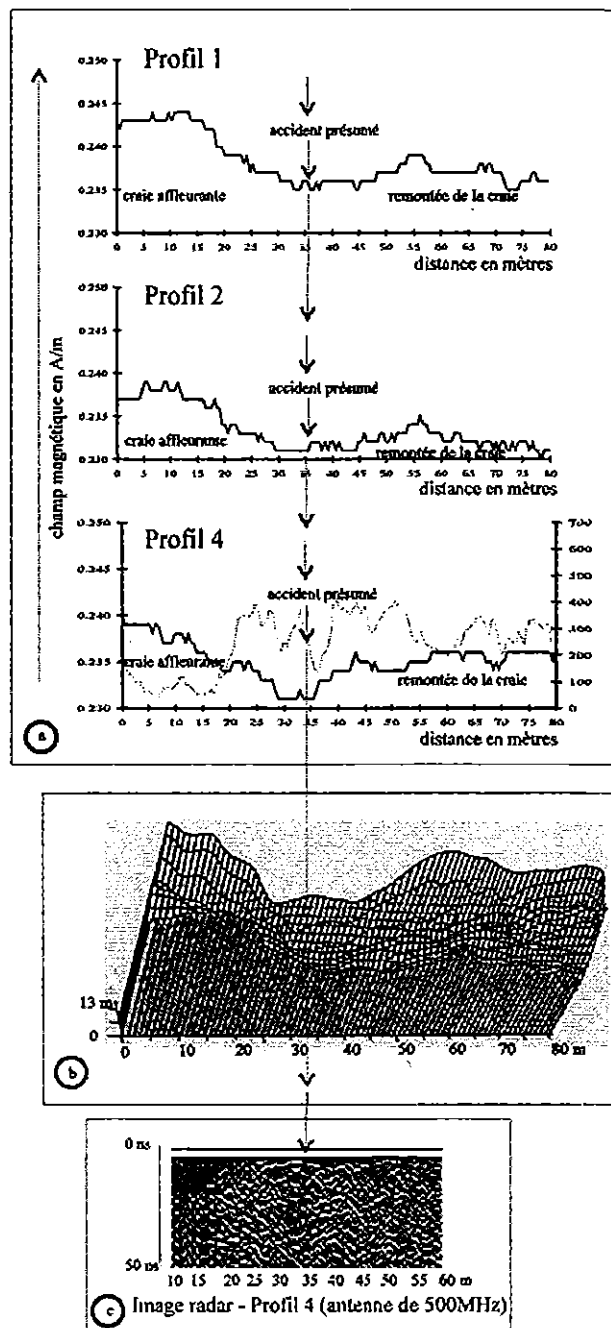


Fig. 3 – En RMT, la variation spatiale du champ magnétique contient des informations utiles.

La profondeur de pénétration de l'impulsion électromagnétique émise par l'antenne dépend de sa fréquence mais aussi de la conductivité et du degré d'hétérogénéité du milieu traversé. L'antenne de 500 MHz nous a semblé la mieux adaptée, compte tenu du choix initial de se limiter à une investigation superficielle, dans un matériau que nous savions hétérogène. L'image montre

que les ondes ne pénètrent pas ce calcaire, ici essentiellement constitué de craie pâteuse. Par contre les informations obtenues dans le remplissage alluvionnaire sont riches. L'accident géologique est net et une certaine obliquité de celui-ci peut être envisagée. La partie droite de l'image indique une forte hétérogénéité du matériau.

## CONCLUSION

Une tranchée de 42 mètres de long, perpendiculaire à l'accident majeur, creusée au pied du front de taille, a permis, en atteignant la craie sur toute sa longueur, de

mettre au jour le contact entre les alluvions et la craie (fig. 4).

Réalisée au mois de juillet (après les mesures), cette coupe permet de vérifier les résultats de la géophysique.

Elle confirme la localisation de l'« accident majeur ». Des indications sur les petits accidents (de 45 à 59 m) sont obtenues par l'image radar. La topographie du toit du calcaire est donnée ici par la variation du champ magnétique. La direction de l'accident, mise en évidence à partir de la carte d'isorésistivité, apparaît conforme à celle relevée sur le terrain. □

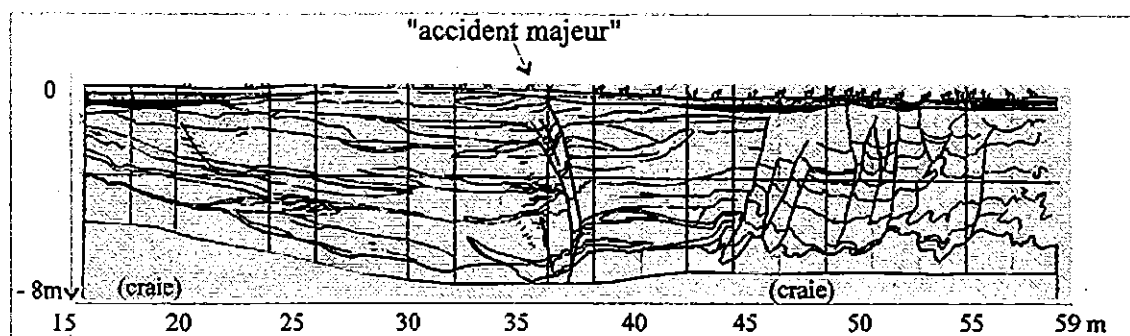


Fig. 4 - Relevé du talus ouest de la tranchée (IPSN juillet 1997).

## Bibliographie

- Benoit P., Grisoni J.-M. (1992) - Aspect de la tectonique profonde de subsurface et de surface dans le sud-ouest champenois. - *Bull. inf. géol. Bass. Paris*, vol. 29, n° 4, 851-866.
- Carnez L. (1976) - La prospection magnétotellurique adaptée aux problèmes du génie civil. - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Sciences et Techniques Lille. 6-14.
- Guineau B. (1973) - Communication présentée au 35<sup>e</sup> Congrès de l'E.A.E.G., juin 1973, Brighton (Angleterre).
- Guineau B., Dupis A. (1973) - Dispositif pour la prospection magnétotellurique des sub-surfaces. - Brevet d'invention CNRS/ANVAR, n°82 423500.
- Hollier-Larousse A. (1997) - Contribution à la valorisation d'une méthode géophysique électromagnétique utilisée en subsurface : La radio magnétotellurique. - Mémoire CNAM, Paris, 169-186.
- Lagabrielle R. (1986) - Les bases de la radio-magnétotellurique. Industrie minière. Mines et carrières, Les Techniques, 373-384.
- Lagabrielle R., Hollier-Larousse A. (1985) - Les deux types d'informations contenues dans les profils de magnétotellurique artificielle. Exemple d'application à la prospection archéologique. - *Bulletin de liaison des laboratoires des P. et C.*, n° 137.
- Leparoux D. (1997) - Mise au point de méthodes Radar pour l'auscultation structurale et texturale de milieux géologiques très hétérogènes. - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Rennes 1.
- Thera A.L. (1977) - Interprétation des mesures magnétotelluriques à partir d'un modèle à deux dimensions. - Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. Paris VI, 96 p.
- Tillard S. (1991) - Evaluation des performances de la technique radar en prospection géophysique. - Thèse, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg 1.